

ANALISIS PERBANDINGAN STABILITAS JETTY DENGAN MENGGUNAKAN BATU ALAM DAN TETRAPOD DI MUARA KAMBANG KABUPATEN PESISIR SELATAN

COMPARATIVE ANALYSIS OF JETTY STABILITY USING NATURAL STONE AND TETRAPODS IN KAMBANG ESTUARY, SOUTH COASTAL DISTRICT.

Novia sari¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti Padang, Indonesia

E-mail: Noviasari@gmail.com

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata kunci

Jetty, Tetrapod, Batu Alam, Stabilitas

Muara Kambang merupakan daerah pantai tempat bermuaranya sungai Kambang. Abrasi yang terjadi ditempat tersebut menyebabkan terjadinya penyumbatan bibir pantai dan menggerus muara sungai. Salah satu alternatif penyelesaian abrasi di muara sungai adalah dengan membangun jetty. Kerusakan pada struktur bangunan pantai (jetty) disebabkan oleh datangnya gelombang laut yang cukup besar, sehingga bangunan pantai tidak dapat menahan gelombang tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kestabilan jetty baik dari batu alam ataupun tetrapod terhadap gelombang. Untuk menentukan analisis tinggi gelombang signifikan dipakai data angin, kemudian dapat ditentukan sebaran teoritik Normal, Gumbel, and Person III. Selanjutnya perhitungan periode gelombang signifikan, perhitungan kedalaman kaki bangunan, sampai pada perhitungan faktor keamanan terhadap guling dan geser. Dari hasil perhitungan, diperoleh hasil sebagai berikut : Batu alam : kapasitas daya dukung (Qult) : 360.540 kg/m³, tekanan tanah (Qall) : 120.180 kg/m², beban yang diizinkan: 1.203.607,7 kg, control terhadap guling (FR) 4,17 ≥ 1,5, control terhadap geser (FS) : 4,53 ≥ 1,5, dan control terhadap keruntuhan 1.203.602,7 ≥ 294.792,74. Tetrapod : kapasitas daya dukung (Qult) : 407.340 kg/m³, tekanan tanah (Qall) : 135.780 kg/m², beban yang diizinkan: 1.536.350,7 kg, control terhadap guling (FR) 6,07 ≥ 1,5, control terhadap geser (FS) : 6,18 ≥ 1,5, dan control terhadap keruntuhan 1.536.350,7 ≥ 786.784,66.

Copyright © 2024 JAES. All rights reserved.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Jetty, Tetrapod, Natural Stone, Stability

Kambang estuary is a coastal area where the Kambang river flows. Abrasion that occurs in that place causes blockage of the shoreline and erodes the mouth of the river. One alternative to resolving abrasion at the mouth of the river is to build a jetty. Damage to the coastal building structure (jetty) is caused by the arrival of large enough sea waves, so that the coastal building cannot withstand these waves. The purpose of this study is to determine the stability of the jetty either from natural stone or tetrapod against waves. To determine the significant wave height analysis, wind data is used, then the theoretical distribution of Normal, Gumbel, and Person III can be determined. Furthermore, the calculation of the significant wave period, the calculation of the depth of the building foot, until the calculation of the safety factor against overturning and sliding. From the calculation results, the following results were obtained: Natural stone: bearing capacity (Qult): 360,540 kg/m³, ground pressure (Qall): 120,180 kg/m², permissible load: 1,203,607.7 kg, control against overturning (FR) 4.17 ≥ 1.5, control against shear (FS): 4.53 ≥ 1.5, and control against collapse 1,203,602.7 ≥ 294,792.74. Tetrapod: bearing capacity (Qult): 407,340 kg/m³, ground pressure (Qall): 135,780 kg/m², permissible load: 1,536,350.7 kg, control against overturning (FR) 6.07 ≥ 1.5, control against shear (FS): 6.18 ≥ 1.5, and control of collapse 1,536,350.7 ≥ 786,784.66.

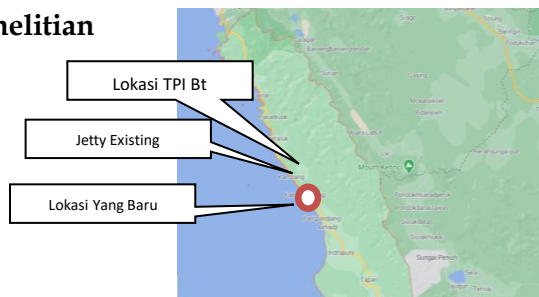
Copyright © JAES. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Maju mundurnya garis pantai merupakan realita dari dinamika pantai diseluruh dunia. Abrasi merupakan salah satu bentuk pengikisan pantai yang diakibatkan oleh gelombang yang menuju pantai. Apabila abrasi yang terjadi di pantai yang terdapat permukiman penduduk dan prasarana umum seperti jalan, jembatan, kantor dan sebagainya, maka sudah saatnya permasalahan abrasi pantai mendapat perhatian yang serius. Muara Kambang merupakan daerah pantai tempat bermuaranya sungai Kambang. Abrasi yang terjadi di tempat tersebut menyebabkan penyumbatan bibir pantai dan menggerus muara sungai. Maka penulis menarik untuk mengambil kasus tugas akhir yang berjudul "Analisis Perbandingan Stabilitas Jetty dengan Menggunakan Batu Alam dan Tetrapod di Muara Kambang Pesisir Selatan."

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat data primer dan sekunder. Data itu diantaranya gambar sket jetty di muara kambang pesisir selatan dan data gelombang maximum serta pasang surut.

Metode Analisa Data

- Perhitungan tinggi gelombang maksimum
- Perhitungan refraksi
- Tinggi gelombang ekivalen
- Tinggi dan kedalam gelombang pecah
- Run-Up gelombang
- Dimensi Jetty
- Stabilitas bangunan pemecah gelombang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Tinggi Gelombang Maksimum Perhitungan data gelombang maximum dengan uraian sebagai berikut :

Sebelum Diurut			Setelah Diurut		
No.	Hmax	T (Detik)	No.	Hmax	T (Detik)
1.	6,83	10,41	1.	6,83	10,41
2.	5,76	9,57	2.	5,76	9,57
3.	3,87	8,59	3.	5,76	9,57
4.	2,56	7,5	4.	5,14	8,59
5.	2,38	7,32	5.	3,87	8,3
6.	2,38	7,32	6.	3,25	7,98
7.	5,76	9,57	7.	2,56	7,7
8.	2,38	7,7	8.	2,38	7,5
9.	3,25	8,3	9.	2,38	7,32
10.	5,14	7,98	10.	2,38	7,32

Tabel 4.1. Data Pencatatan Tinggi Gelombang Maksimum dan Perioda Gelombang

Dari data tersebut dapat ditentukan Hmax. Gelombang maximum dan periodanya adalah Hmax = 6,83 dan Tmax = 10,41 detik.

Perhitungan Refraksi

Koefisien refraksi

$$\begin{aligned}
 (Kr) &= \sqrt{(\cos[\theta]_0 / \cos[\theta]_a)} \\
 &= \sqrt{(\cos[45] / \cos[38,57])} \\
 &= 0,845
 \end{aligned}$$

Sehingga tinggi refraksi pada bangunan jetty adalah :

$$\begin{aligned}
 H &= H_{max} \cdot K_s \cdot K_r \\
 &= 6,83 \cdot 1,551 \cdot 0,845 \\
 &= 8,95 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Jadi terjadi refraksi sebesar 8,95 meter.

Perhitungan Tinggi Gelombang Ekivalen

Tinggi gelombang dilaut dalam :

$$H_o = H_{max} / (K_s \times K_r)$$

$$= 6,83 / (1,551 \times 0,845)$$
$$= 5,21 \text{ meter}$$

Tinggi gelombang ekuivalen :

$$H'o = K_r \times H_o$$
$$= 0,845 \times 5,21$$
$$= 4,4 \text{ meter}$$

Perhitungan Tinggi dan Kedalam Gelombang Pecah

Jarak gelombang pecah ke garis pantai (0,00 MSL) adalah $1/m \times db$. Untuk kemiringan pantai paling landai, $m = 1/20$:

$$= (20/1) \times 5,544$$
$$= 110,88 \text{ meter}$$

Jadi gelombang pecah ke garis pantai adalah 110,88 meter

Perhitungan Run-Up Gelombang

Diketahui :

$$H_{max} = 6,83 \text{ meter}$$
$$L_o = 169,05$$
$$\theta = 1 : 2$$
$$I_r = (\tan \theta) / (H/L_o)^{(1/2)}$$
$$= 0,5 / (6,83/169,05)^{(1/2)}$$
$$= 0,5 / 0,2$$
$$= 2,5$$

Dari grafik Run-Up gelombang didapat :

Batu Pecah

$$R_u/H = 1,10$$
$$R_u = 1,10 \times 6,83$$
$$= 7,51 \text{ meter}$$

Jadi besar Run-Up gelombang (R_u) = 7,51 meter

Tetrapod

$$R_u/H = 1,75$$
$$R_u = 1,75 \times 6,83$$
$$= 11,95 \text{ meter}$$

Jadi besar Run-Up gelombang (R_u) = 11,95 meter

Perhitungan Dimensi Jetty

a. Tinggi Muka Air Rencana

Berdasarkan HHWL = HHWL = 1,31

Berdasarkan LLWL = LLWL = 0,09

b. Elevasi Mercu Jetty

Batu pecah

$$\begin{aligned}\text{Elevasi mercu} &= \text{HWL} + \text{Ru} + \text{Tinggi kebebasan} \\ &= 1,31 + 7,51 + 0,5 \\ &= 9,32 \text{ meter.}\end{aligned}$$

Tetrapod

$$\begin{aligned}\text{Elevasi mercu} &= \text{HWL} + \text{Ru} + \text{Tinggi kebebasan} \\ &= 1,31 + 11,95 + 0,5 \\ &= 13,76 \text{ meter.}\end{aligned}$$

Tebal pondasi

Untuk menghindari gerusan yang terjadi oleh arus dan gelombang disekitar ujung bangunan jetty, maka direncanakan gerusan :

$$\begin{aligned}d_s &= 0,5 \times H_{\max} \\ &= 0,5 \times 6,83 \\ &= 3,41 \text{ meter}\end{aligned}$$

Panjang dan tinggi jetty

Kedalaman lokasi dari elevasi +0,0 m - 2,0 m. pembangunan ujung jetty diletakan pada kedalaman gelombang pecah terdekat dengan pantai, yaitu pada kedalaman 5,544 meter terhadap muka air rerata.

Panjang jetty sesungguhnya

-Batu Pecah

$$\begin{aligned}L &= (\text{Elevasi mercu jetty} - \text{Elevasi dasar laut}) \times (1/m) \\ &= (9,32 - (-5,544)) \times (20/1) \\ &= 297,28 \text{ meter}\end{aligned}$$

Tetrapod

$$\begin{aligned}L &= (\text{Elevasi mercu jetty} - \text{Elevasi dasar laut}) \times (1/m) \\ &= (13,76 - (-5,544)) \times (20/1) \\ &= 386,08 \text{ meter}\end{aligned}$$

Pangkal jetty ditempatkan pada elevasi +3,00 maka panjang jetty yang dipakai adalah :

$$\begin{aligned}L_o &= (3,00 - (-5,544)) \times 20/1 \\ &= 170,88 \text{ meter}\end{aligned}$$

Jadi, panjang jetty adalah 127 meter.

Tinggi jetty

-Batu Pecah

$$\begin{aligned}\text{Tinggi jetty} &= \text{el jetty} - \text{elevasi dasar laut} \\ &= 9,32 - (-5,544) \\ &= 14,86 \text{ meter}\end{aligned}$$

- Tetrapod

$$\begin{aligned}\text{Tinggi jetty} &= \text{el jetty} - \text{elevasi dasar laut} \\ &= 13,76 - (-5,544) \\ &= 19,3 \text{ meter}\end{aligned}$$

Berat dan volume butir pelindung

-Lapisan luar / utama

Berat batu alam untuk struktur badan, $K_d = 2,0$, untuk gelombang pecah pada jetty

$$\begin{aligned}W &= (2600 \times [6,83]^3) / (2,0 \times (2,536-1)^3 \times 2) \\ &= 828.391,16 / 14,49 \\ &= 57.169,85 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Volume butiran batu pelindung :

$$\begin{aligned}\text{Volume (V)} &= W / \gamma_r \\ &= (57.169,85) / 2600 \\ (V) &= 21,98 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Besar diameter

$$\begin{aligned}(D_n) &= \sqrt[3]{(V/0,524)} \\ &= \sqrt[3]{((21,98) / 0,5)} \\ &= 3,52 \text{ meter}\end{aligned}$$

-Tetrapod

Lapisan luar / utama

Berat batu buatan (tetrapod) untuk struktur badan, $K_d = 7,0$ untuk gelombang pecah pada badan jetty

$$\begin{aligned}W &= (2400 \times [6,83]^3) / (7 \times (2,341-1)^3 \times 2) \\ &= 764.668,76 / 33,76 \\ &= 22.650,14 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Volume butiran batu pelindung :

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= W / \gamma_r \\ &= (22.650,14) / 2400 \\ &= 9,43 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tebal Lapis Batu Pelindung

-Batu Alam

Struktur badan

$$\begin{aligned}K_{\Delta} &= 1,15W = 57.169,85 \\ t &= 2(1,15)[57.169,85/2600]^{(1/3)} \\ &= 2 \times 1,15 \times 2,8 \\ &= 6,44 \text{ meter}\end{aligned}$$

Struktur kepala

$$\begin{aligned}K_{\Delta} &= 1,15 W \\ &= 71.474,64 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t &= 2(1,15)[(71.474,64)/2600]^{(1/3)} \\ &= 2 \times 1,15 \times 3,01 \\ &= 6,92 \text{ meter}\end{aligned}$$

Tetrapod

Struktur badan

$$K_{\Delta} = 1,04$$

$$W = 22.650,14$$

$$\begin{aligned}t &= 2(1,04)[(22.650,14)/2400]^{(1/3)} \\ &= 2,08 \times 2,11 \\ &= 4,38 \text{ meter}\end{aligned}$$

Struktur kepala

$$K_{\Delta} = 1,04 \text{ (lampiran 9)}$$

$$W = 4736,26$$

$$\begin{aligned}t &= 2(1,04)[(35.238,19)/2400]^{(1/3)} \\ &= 2,08 \times 2,44 \\ &= 5,07 \text{ meter}\end{aligned}$$

Lebar puncak / mercu jetty

Lebar puncak jetty dihitung dari dasar pantai atau dari lapis terbawah dari bangunan pelindung dengan data perhitungan adalah $n=3$ (jumlah lapis bangunan pelindung dihitung dari dasar pantai).

-Batu alam

Struktur badan

$$k_{\Delta} = 1,15 \text{ dan } n=3$$

$$\begin{aligned}B &= [(nk)]_{\Delta} [W/\gamma_r] \\ &= 3(1,15)[57.169,85/2600] (_^{(1/3)}) \\ &= 3,45 \times 2,8 \\ &= 9,66 \text{ meter}\end{aligned}$$

Struktur kepala

$$\begin{aligned}B &= [(nk)]_{\Delta} [W/\gamma_r] \\ &= 3(1,15)[71.474,64/2600] (_^{(1/3)}) \\ &= 3,45 \times 3,01 \\ &= 10,38 \text{ meter}\end{aligned}$$

Tetrapod

Struktur badan

$$k_{\Delta} = 1,04 \text{ dan } n=3$$

$$\begin{aligned}B &= [(nk)]_{\Delta} [W/\gamma_r] = 3(1,04)[22.650,14/2400] (_^{(1/3)}) \\ &= 3,12 \times 2,11\end{aligned}$$

$$= 6,58 \text{ meter}$$

Struktur kepala

$$B = \left[\frac{nk}{\Delta} \right] \left[\frac{W}{\gamma_r} \right] = 3(1,04) \left[\frac{35.238,19}{2400} \right] \left(\frac{1}{3} \right)$$

$$= 3,12 \times 2,44$$

$$= 7,61 \text{ meter}$$

h. Jumlah butir batu pelindung

Jumlah butir batu pelindung tiap satuan luas (10m²) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Batu alam

Dimana :

$$A = 10 \text{ m}^2 \text{ dan Porositas} = 37$$

$$N = AnK\Delta \left[\frac{1-P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right] \left(\frac{1}{3} \right)^2$$

$$= 10 \times 2 \times 1,15 \left[\frac{1-37}{100} \right] \left[\frac{2600}{57.169,85} \right] \left(\frac{1}{3} \right)^2$$

$$= 23 \times 0,63 \times 0,12$$

$$= 1,73 = 2 \text{ butir}$$

Tetrapod

Dimana :

$$A = 10 \text{ m}^2 \text{ dan Porositas} = 50$$

$$N = AnK\Delta \left[\frac{1-P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right] \left(\frac{1}{3} \right)^2$$

$$= 10 \times 2 \times 1,04 \left[\frac{1-50}{100} \right] \left[\frac{2400}{22.650,14} \right] \left(\frac{1}{3} \right)^2$$

$$= 20,8 \times 0,5 \times 0,22$$

$$= 2,38 = 3 \text{ butir}$$

Stabilitas Bangunan Pemecah Gelombang

Daya Dukung Tanah

Perhitungan daya dukung pasir untuk bangunan lajur diatas permukaan dapat digunakan persamaan. Adapun data-data kondisi tanah dan geologi disekitar pantai adalah sebagai berikut :

Sudut geser dalam (θ):

$$30^\circ - 35^\circ$$

Kohesi pasir (c):

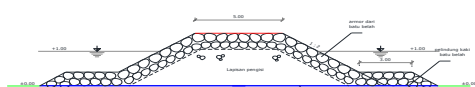
$$0,5 \text{ T/m}^2$$

Berat jenis batu alam (γ_w) : 2600 kg/m³

Berat jenis tetrapod (γ_w): 2400 kg/m³

Berat jenis pasir (γ_{ps}): 2000 kg/m³

Lebar mercu bangunan (b): 1 m



Dengan $\theta = 30^\circ$ maka dari grafik factor daya dukung pondasi dangkal didapatkan $N_y = 18$, maka besar kapasitas daya dukung tanah :

Batu Pecah

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= 0,5 \times B \times \gamma_{ps} \times N_y \\ &= 0,5 \times 20,03 \times 2000 \times 18 \\ &= 360.540 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Bila angka keamanan (Sr) = 3, maka tekanan tanah yang diperbolehkan :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult}/Sr \\ &= 360.540/3 \\ &= 120.180 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Tetrapod

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= 0,5 \times B \times \gamma_{ps} \times N_y \\ &= 0,5 \times 22,63 \times 2000 \times 18 \\ &= 407.340 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Bila angka keamanan (Sr) = 3, maka tekanan tanah yang diperbolehkan :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult}/Sr = 407.340/3 \\ &= 135.780 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Beban yang diizinkan = $Q_{all} \times A$

$$\begin{aligned} &= 135.780 \times (22,63 \times 0,5) \\ &= 1.536.350,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

Faktor Keamanan Terhadap Guling dan Geser

-Batu Alam

Untuk kontrol terhadap guling dipakai persamaan :

$$\begin{aligned} FR &= (\sum 1^{\text{st}} M_v) / (\sum 1^{\text{st}} M_H) \geq 1,5 \\ &= (M_4 + M_5 + M_5 - M_u) / M_H \\ &= (141.807,67 + 11.177,4 + 141.807,67 - 29.274,38) / 63.665,26 \\ &= 265.518,36 / 63.665,26 \\ &= 4,17 \geq 1,5 \dots\dots\dots \text{Aman terhadap gaya guling} \end{aligned}$$

Untuk kontrol terhadap geser dengan faktor keamanan SF = 1,5

$$\begin{aligned} FS &= (\sum 1^{\text{st}} P_v) / (\sum 1^{\text{st}} P_H) \geq SF \\ &= P_{(4+ P_5+ P_6- P_u)} / P_H \geq 1,5 \\ &= (141.807,67 + 11.177,4 + 141.807,67 - 6.060,95) / 63.665,29 \\ &= 288.731,79 / 63.665,29 \\ &= 4,53 > 1,5 \dots\dots\dots \text{Aman terhadap gaya geser} \end{aligned}$$

Kontrol terhadap keruntuhan (Daya dukung tanah) :

$$\begin{aligned} &= q_{(all)} \times A > P_4 + P_5 + P_6 \\ &= 120.180 \times (20,03 \times 0,5) > 141.807,67 + 11.177,4 + 141.807,67 \\ &= 1.203.602,7 > 294.792,74 \dots\dots\dots \text{Aman terhadap keruntuhan} \end{aligned}$$

-Tetrapod

Untuk kontrol terhadap guling dipakai persamaan :

$$\begin{aligned} FR &= (\sum 1 M_V) / (\sum 1 M_H) \geq 1,5 \\ &= (M_4 + M_5 + M_5 - M_u) / M_H \\ &= (382.233,53 + 22.317,6 + 382.233,53 - 19.940,52) / (126.328,05) \\ &= 766.844,14 / 126.328,05 \\ &= 6,07 \geq 1,5 \dots\dots\dots \text{Aman terhadap gaya guling} \end{aligned}$$

Untuk kontrol terhadap geser dengan faktor keamanan SF = 1,5

$$\begin{aligned} FS &= (\sum 1 P_v) / (\sum 1 P_H) \geq SF \\ &= P_{(4+ P_5+ P_6- P_u)} / P_H \geq 1,5 \\ &= (382.233,53 + 22.317,6 + 382.233,53 - 6.060,95) / 126.328,05 \\ &= 780.723,71 / (126.328,05) \\ &= 6,18 > 1,5 \dots\dots\dots \text{Aman terhadap gaya geser} \end{aligned}$$

Kontrol terhadap keruntuhan (Daya dukung tanah) :

$$\begin{aligned} &= q_{(all)} \times A > P_4 + P_5 + P_6 \\ &= 135.780 \times (0,5 \times 22,63) > 382.233,53 + 22.317,6 + 382.233,53 \\ &= 1.536.350,7 > 786.784,66 \dots\dots\dots \text{Aman terhadap keruntuhan} \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Stabilitas jetty terhadap gelombang menggunakan batu alam adalah sebagai berikut : kapasitas daya dukung (Qult) : 360.540 kg/m³ ,tekanan tanah (Qall) : 120.180 kg/m², beban yang diizinkan: 1.203.602,7 kg, control terhadap guling (FR) 4,17 ≥ 1,5 , control terhadap geser (FS) : 4,53 ≥ 1,5, dan control terhadap keruntuhan 1.203.602,7 ≥ 294.792,74 dan stabilitas jetty terhadap gelombang menggunakan tetrapod adalah sebagai berikut : kapasitas daya dukung (Qult) : 407.340kg/m³ ,tekanan tanah (Qall) : 135.780 kg/m², beban yang diizinkan: 1.536.350,7 kg, kontrol terhadap guling (FR) 6,07 ≥ 1,5 , kontrol terhadap geser (FS) : 6,18 ≥ 1,5, dan control terhadap keruntuhan 1.536.350,7 ≥ 786.784,66.

SARAN

- Diharapkan dengan adanya perhitungan bangunan jetty menggunakan material tetrapod ini dapat menjadi acuan pada masa yang akan datang untuk bangunan pelindung pantai dan diupayakan menggunakan bahan material tetrapod pengganti material batu alam untuk mengantisipasi ketersediaan material yang semakin lama semakin berkurang.
- Penggunaan material alternatif tetrapod untuk bangunan jetty memerlukan studi lanjut perihal metode mencetak material tetrapod supaya bisa cepat dan efisien, sehingga tidak menjadi kendala saat pelaksanaan produksi material tetrapod tersebut.

- Pemerintah selaku pengguna jasa mulai mengupayakan mengganti batu alam dengan material alternatif pengganti batu alam diantaranya tetrapod disetiap kegiatan pembangunan pengaman pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 2012. Perencanaan Bangunan Pantai, Beta Offset, Yogyakarta.
- Nur Yuwono, 1986. Teknik Pantai, Vol.1, Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rahman, I., Nisa, K., & Saputri, R. E. (2020). Seven Students' Activities: A Case Study on Rumah Tahfidz An-Nur Daily Routine and Memorization Levels. *International Journal of Multidisciplinary Research of Higher Education (IJMURHICA)*, 3(3), 110-120.
- Rasdiany, A. N., Akmal, F., Pasaleron, R., Dafrizal, D., Ningsih, R., & Rahman, I. (2024). Systematic Literature Review: The Impact of Social Competence on Teacher Communication Intelligence. *Jurnal Kepemimpinan dan Pengurusan Sekolah*, 9(2), 239-251.
- Rahman, I., Kaema, M. T., Nurhapipah, N., Nelwati, S., Sabri, A., & Rahmanda, R. (2024). Systematic Literature Review: Analysis of Project-based Learning Models from Elementary to High School. *Al-Ashri: Ilmu-Ilmu Keislaman*, 9(2), 53-66.
- Nur Yuwono, 1992. Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai, Vol.2, Laboratorium Hidraulik dan Hidrolika, PAU-IT-UGM, Yogyakarta.